

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-240204

(43)Date of publication of application : 25.09.1989

(51)Int.Cl.

B23B 27/14  
// B23B 27/20  
C01B 21/064

(21)Application number : 63-065860

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 22.03.1988

(72)Inventor : DEGAWA JUNJI  
TSUJI KAZUO

(54) CUBIC SYSTEM BORON NITRIDE SINGLE CRYSTAL CUTTING TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase a tool life by forming a bit with a cubic system boron nitride single crystal including Si or Ge within a specific range.

CONSTITUTION: A bit is formed with a cubic system boron nitride single crystal including Si or Ge within a range of 100-2000ppm. Although a tool made of the single crystal of cubic system boron nitride CBN can carry out very sharp machining, the length for the CBN single crystal tool to carry out precision cutting machining is merely a few hundred meters at the best. However, by including Si or Ge as above, toughness can be improved while improving abrasion resistance and greatly increasing a tool life.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-240204

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)9月25日

B 23 B 27/14  
 // B 23 B 27/20  
 C 01 B 21/064

B-7528-3C

7528-3C

Z-7508-4C 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 立方晶窒化硼素単結晶切削工具

⑮ 特 願 昭63-65860

⑯ 出 願 昭63(1988)3月22日

⑰ 発 明 者 出 川 純 司 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会  
 社伊丹製作所内

⑱ 発 明 者 辻 一 夫 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会  
 社伊丹製作所内

⑲ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑳ 代 理 人 弁理士 内 田 明 外3名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

立方晶窒化硼素単結晶切削工具

## 2. 特許請求の範囲

- (1) Si又はGeを100～2000ppmの範囲  
 内で含有する立方晶窒化硼素単結晶を刃先と  
 してなる切削工具。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は鉄系材料の超精密切削に用い得る立  
 方晶窒化硼素単結晶切削工具に関するものであ  
 る。

## 〔従来の技術〕

超高压・高温下で合成される立方晶窒化硼素  
 (以下cBNとも記す)は、ダイヤモンドに次ぐ  
 高硬度の物質であり、またダイヤモンドとは異  
 なり鉄族金属とは反応しない。このためその粉  
 末を結合材と共に焼結したcBN焼結体は鋼等の  
 鉄系材料の切削用工具として広く用いられてい  
 る。

ところで近年、各種の分野で超精密な切削加  
 工が要求されるようになり、このための超精密  
 切削用工具の開発が盛んである。超精密切削を  
 行なうための工具の刃先は極めて鋭利である必  
 要があるが、個々の粒子の塊からなる焼結体で  
 は、構成粒子径以下の精度を持つ鋭利な刃先を  
 形成することができない。つまり焼結体工具で  
 は超精密と呼びうるような切削加工が不可能で  
 あることを意味する。

これに対し単結晶のものは極めて鋭利に加工  
 することができるので、鉄系材料の超精密切  
 削にはcBN単結晶工具が有望視されており、す  
 でに試作されている(昭和61年度精密工学会  
 春季大会学術講演会論文集p373)。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、前記論文には、cBN単結晶工具で超  
 精密切削加工すなわち加工面が鏡面となるよう  
 に加工できる長さは、高々数百メートルにすぎ  
 ない旨が記載されている。この点につき本発明  
 者らが同様の実験を行なつたところ、やはり全

(1)

(2)

く同じ結果に終つた。またこの原因は工具材料のcBN単結晶自体の大幅な摩耗にあつた。したがつて、cBN単結晶の実用化のためには、この大幅な摩耗を減じ、長寿命化をはかる必要がある。本発明はこの課題を解決して、耐摩耗性が向上し工具寿命の延長した超精密切削用のcBN単結晶切削工具を提供することを目的とする。  
〔課題を解決するための手段〕

本発明者らは前記の摩耗の起こる機構を詳しく追求した結果、摩耗は刃先の微細なチップング（欠け）の積み重なりにより進行しているとの知見を得た。すなわちcBN自身の強度が鋼等を切削するときの応力に耐えられず破壊が起こっているわけである。

このチップングひいては摩耗を減じ工具の長寿命化を図るためには、cBN単結晶そのものの強度（靱性）を改良する必要がある。ところで、特開昭59-199514号公報には、膜成長法による研削用cBN砥粒にSiを含有させると靱性が向上して研削性能が改善されることが記

(3)

せる方法は特公昭38-24856号公報に記載され、また温度差法においてSiを含有させる方法は例えば、昭和62年第28回高圧討論会講演要旨集p.184に記載されている。ただしこれらはcBN半導体を目的とした方法であるため、その靱性や工具への応用、工具として好ましい添加量は示されていない。本発明の目的とする切削工具用のcBN単結晶は、温度差法により合成することが好ましい。これは温度差法の方が大型かつ高品質の単結晶が得られるからである。

この温度差法によるcBN単結晶合成の実施態様を第1図に示す。同図において1は原料窒化硼素、2は溶媒、3はcBN種子結晶、4は金属容器、5は圧力媒体、6は黒鉛ヒーターである。これら1～6のすべてを定法に従い、例えば45 K<sub>b</sub>以上の圧力下かつ溶媒2の融点以上に保つと、原料窒化硼素1と溶媒2の界面より図示のように相対的にΔTだけ低温部にある種子結晶3よりcBNが成長する（文献：特開昭62-297203

(5)

載されている。本発明者らはこの事実に着目して、Siを含有させたcBNの大きな単結晶を得てこれをそのまま刃先とした工具では靱性が向上し摩耗が改善されるのではないかと考えつき、試作品を得て鉄係材料の超精密加工を試みた。その結果、Siを含有しないcBN単結晶工具に比し、Siを含有するcBNのそれは摩耗が大幅に減り、工具寿命が格段に改善されることを認め本発明に到つた。さらにGeを含有するcBNの切削工具も同様の効果を有することを確認した。

すなわち、本発明はSi又はGeを10～2000 ppmの範囲内で含有する立方晶窒化硼素単結晶を刃先としてなる切削工具を提供する。

本発明の切削工具を作製する具体的方法は次のとおりである。

cBN単結晶の合成法には膜成長法・温度差法の二法があり、いずれにおいてもSi又はGeを含有させる手段は公知技術である。例えば膜成長法においてSi又はGeをcBN単結晶に含有さ

(4)

号公報）。ここでcBN中にSi又はGeを100～2000 ppm含有させるためには、原料窒化硼素、溶媒の一方又は両方に、原料窒化硼素に対して少量のSi又はGeを添加しておけばよい。具体的には溶媒にSi又はGeを添加しておくことが望ましく、その場合のSi又はGe添加量は溶媒に対して1～5重量%が適当である。なおSi又はGeの添加量が多いほど、また合成温度が高いほど、cBN中のSi量は多くなる。

本発明において用いる原料窒化硼素としては、特に限定されるところはないが一般的にはcBN粉体の型押体、cBN粉体とhBN（六方晶BN）粉末の混合物の型押体、hBNのホットプレス品等が好ましい。種結晶としてはできるだけ高品質で大きいものが望ましいが、市販のcBNで種結晶に用いることのできる品質のものは、φ60/80（180～250 μm）までしかないのが現状である。

溶媒としては一般にはLiSrBN<sub>2</sub>、LiCaBN<sub>2</sub>、Sr<sub>2</sub>B<sub>2</sub>O<sub>4</sub>、Li<sub>3</sub>N、Sr<sub>2</sub>B<sub>2</sub>N<sub>4</sub>、Ca<sub>3</sub>B<sub>2</sub>O<sub>6</sub>、NaBO<sub>2</sub>、Li<sub>3</sub>BN<sub>2</sub>、

(6)

$K_2B_4O_7$ ,  $Ba_3B_2N_6$  等種々のものを選ぶことができる。

圧力は 45 K $\bar{b}$  以上、一般的には 50 ~ 55 K $\bar{b}$ 、温度は 1600 °C 以上一般的には 1600 ~ 1750 °C の条件で反応させる。反応時間は例えば 40 時間 ~ 60 時間で 1.5 mm ~ 2 mm のものを得る程度にすると、高品質なものが得られる。

以上のようにして合成した Si 又は Ge を含有する cBN を通常の方法に従い、シャンクへの組付け、刃先成形、研磨を行つて完成工具とする。

〔作用〕

cBN 単結晶に Si 又は Ge を含有させると靱性が向上する理由については未だ定かではないが、以下のとおり推定されている。すなわち、cBN は (1,1,0) 面で極めて容易にへき開し、cBN の破壊は、このへき開に起因すると考えられるが、Si 又は Ge を含有させると Si 又は Ge はある特定の位置に取り込まれて、このへき開性が緩和されるため靱性が向上する。このような靱

(7)

表 1

例	Si 含有量 (ppm)	SUS-420 ( $\mu m$ )	SK-5 ( $\mu m$ )
比較例	0	65	75
〃	70	50	55
本発明	100	30	35
〃	500	10	10
〃	2000	35	35
比較例	3000	75	90

実施例 2

Ge を約 50 ppm, 1000 ppm, 3500 ppm 含有させた cBN 単結晶を材料として、実施例 1 と同様に工具を作製し、刃先最大摩耗量を調べた。結果を表 2 に示す。

性向上のためには、100 ~ 2000 ppm の Si 又は Ge を含有させることが必要である。100 ppm 未満では Si 又は Ge を含有しない cBN と全く差はなく、反対に 2000 ppm を越えると、最早靱性の向上には関与しない過剰量の Si 又は Ge が存在し、これらは cBN 中にインクルージョンとして存在するようになるため、かえって脆くなつてしまうからである。

〔実施例〕

実施例 1

Si を約 70 ppm, 500 ppm, 3000 ppm 含有させた cBN 単結晶を材料として、すくい角 0°, 逃げ角 3°, 刃先半径 0.5 mm の尺形状工具を作製した。得られた各工具で SUS 420 ステンレス鋼 (HRC 54) 及び SK 5 炭素工具鋼 (HRC 56) を 150 mm 旋削した後の、刃先最大摩耗巾を表 1 に示す。尚、切削条件は速度 63 m/min, 送り 5  $\mu m$ /rev, 切り込み 5  $\mu m$  であつた。

(8)

表 2

Ge 含有量	SUS 420	SK 5
50 ppm (比較例)	50 $\mu m$	45 $\mu m$
1000 ppm (本発明)	15 $\mu m$	10 $\mu m$
3500 ppm (比較例)	85 $\mu m$	105 $\mu m$

〔発明の効果〕

以上のように本発明の cBN 単結晶切削工具は、従来の Si 又は Ge を含まない cBN 単結晶工具に比して、その靱性、耐摩耗性が高く、工具寿命が著しく向上している。これにより、鉄系材料の超精密切削の分野に大幅な進歩をもたらす産業上有意義な発明である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の cBN 単結晶切削工具に用いる Si 又は Ge を含む cBN 単結晶を合成するための試料室の構成と温度差を説明する図である。

(9)

00

第 1 図

